



CIRAD, Dept « Environnement et Sociétés »
TA-C-Dir/B, Campus de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5



**Etat des jachères forestières du Plateau Batéké et,
possibilité de les restaurer par Régénération Naturelle Assistée (RNA)
Projet Makala, République Démocratique du Congo.**



Résumé :

En République Démocratique du Congo (RDC), l'exode rural ne cesse d'augmenter et la population de Kinshasa s'accroît chaque jour. Ce phénomène engendre une consommation accrue de bois-énergie provenant des zones périurbaines. Les forêts galeries du plateau Batéké, situé à 200 kilomètres de la capitale, sont incluses dans cette auréole de déforestation. Pour tenter de caractériser ces espaces aux enjeux majeurs, un inventaire de la forêt galerie de la rivière Lufimi, site d'action du projet Makala, a été mené. Celui-ci révèle que cette zone contient 6,77 TC/ha soit 23 fois moins que la moyenne des forêts du bassin du Congo. En parallèle, parmi les propositions de restauration testées par le projet, des mesures de suivi de régénération naturelle assistée (RNA) ont été effectuées. L'étude montre que la RNA permettrait notamment d'accélérer la repousse des ligneux et de limiter ainsi la colonisation de 26% du territoire par des espèces d'herbacées ou d'arbustes invasives empêchant tout recrûs ligneux. Ces informations, alliées à une analyse cartographique, seront cruciales lors de discussions avec les décideurs pour connaître les stocks et flux de carbone dans les zones de déforestation. Cette analyse pourra appuyer les populations locales dans la gestion durable de leur territoire forestier qui pourra peut être, un jour, être financé dans le cadre du processus de réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts (REDD).

Mots-clés : Afrique centrale, agroforesterie, bois-énergie, développement, inventaire forestier.

Stagiaire Master 2 « Ecosystèmes Terrestres » : Morgan GIGAUD

Maître de stage : Régis PELTIER

Chef de projet : Jean-Noël MARIEN

**Participation de : Simon DIOWO MUKUMARY, Emilien DUBIEZ, Samuel LUFUNGULA,
Sabu MBONO WAKAMBO.**



CIRAD, Dept « Environnement et Sociétés »
TA-C-Dir/B, Campus de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5



**Etat des jachères forestières du Plateau Batéké et,
possibilité de les restaurer par Régénération Naturelle Assistée (RNA)
Projet Makala, République Démocratique du Congo.**



Résumé :

En République Démocratique du Congo (RDC), l'exode rural ne cesse d'augmenter et la population de Kinshasa s'accroît chaque jour. Ce phénomène engendre une consommation accrue de bois-énergie provenant des zones périurbaines. Les forêts galeries du plateau Batéké, situé à 200 kilomètres de la capitale, sont incluses dans cette auréole de déforestation. Pour tenter de caractériser ces espaces aux enjeux majeurs, un inventaire de la forêt galerie de la rivière Lufimi, site d'action du projet Makala, a été mené. Celui-ci révèle que cette zone contient 6,77 TC/ha soit 23 fois moins que la moyenne des forêts du bassin du Congo. En parallèle, parmi les propositions de restauration testées par le projet, des mesures de suivi de régénération naturelle assistée (RNA) ont été effectuées. L'étude montre que la RNA permettrait notamment d'accélérer la repousse des ligneux et de limiter ainsi la colonisation de 26% du territoire par des espèces d'herbacées ou d'arbustes invasives empêchant tout recrûs ligneux. Ces informations, alliées à une analyse cartographique, seront cruciales lors de discussions avec les décideurs pour connaître les stocks et flux de carbone dans les zones de déforestation. Cette analyse pourra appuyer les populations locales dans la gestion durable de leur territoire forestier qui pourra peut être, un jour, être financé dans le cadre du processus de réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts (REDD).

Mots-clés : Afrique centrale, agroforesterie, bois-énergie, développement, inventaire forestier.

Stagiaire Master 2 « Ecosystèmes Terrestres » : Morgan GIGAUD

Maître de stage : Régis PELTIER

Chef de projet : Jean-Noël MARIEN

**Participation de : Simon DIOWO MUKUMARY, Emilien DUBIEZ, Samuel LUFUNGULA,
Sabu MBONO WAKAMBO.**

Abstract :

In the Democratic Republic of Congo, rural exodus is on the rise thus making the population of Kinshasa to grow on a daily basis. This phenomenon has caused an increased in consumption of wood energy from peripheral areas. Gallery forests of the Batéké Plateau situated at 200km from the capital are not exempted from this issue of deforestation. In an attempt to characterise these spaces according to major issues, an inventory on gallery forest of river Lufimi; the Makala Project site, was carried out. According to the results, this zone contains 6,77TC/ha i.e. 23 times less than the average of the Congo Basin's forests. Also, amongst reforestation proposals tested by this project, follow-up measures of naturally assisted regeneration have been done. Studies have also shown that naturally assisted regeneration might be helpful to speed up the growing of plants and also to prevent about 26% colonisation of surface area by herbaceous invasive species, which disturbs wood growth. This information coupled with cartographic analysis will be very important during information exchange with decision-makers in order to estimate the stock and carbon flux in deforestation zones. Such an analysis could be of help to local population in the sustainable management of their forested land which might someday be financed within the process of Reduction of Emissions from Deforestation and forest Degradation. (REDD).

Key words: agroforestry, central Africa, development, forest inventory, fuel-wood.

Introduction :

Le bois est la principale source d'énergie pour plus de 2 milliards de personnes sur la planète. Les biocombustibles et, en particulier, le bois énergie (bois de feu et charbon de bois) fournissent à l'heure actuelle, plus de 14 % de l'énergie primaire de la planète (FAO 2009, Craps 2010).

En République Démocratique du Congo (RDC), l'importance du bois est encore plus marquée. Le bois énergie couvre environ 85% de la consommation en énergie domestique du pays (Ministère de l'énergie 2009). Sans cadre législatif précis, ce besoin conduit à une exploitation informelle, souvent synonyme de raréfaction et de non durabilité des ressources forestières issues des écosystèmes naturels, sans amélioration significative des conditions de vie des populations locales. Cette dynamique est très présente dans les bassins

d'approvisionnement urbains où la pression sur les espaces forestiers est forte (Marquant 2011).

Dans notre zone d'étude, le Plateau Batéké, nous retrouvons ce phénomène. Il s'étend à l'Est de Kinshasa et totalise une superficie d'environ 7 500 km², soit 75% de l'ensemble de la province de Kinshasa. Il forme un haut plateau, dont l'altitude varie entre 600 et 700 mètres, et est caractérisé par des savanes arborées entrecoupées par des forêts galeries. Son climat est qualifié de tropical humide de type soudanien avec deux grandes saisons (humide et sèche). La température moyenne annuelle est de 26 °C pour une hauteur de précipitation de 1400 mm/an et une humidité relative de 80% (moyenne journalière) (Craps 2010). Ce territoire fait l'objet d'enjeux multiples : productions agricoles, petits élevages, constructions et exploitations de bois. Dans ce contexte, les forêts galeries sont considérées comme des zones tampons permettant de résorber certains conflits fonciers (Marien et al 2010). Il en résulte une exploitation bien au-delà des capacités de régénération de celles-ci.

Depuis 2009, le projet Makala (« braise » ou « charbon » en lingala, langue locale), a été financé par l'Union Européenne. Il est organisé en sept modules afin d'atteindre un objectif principal : sécuriser la ressource en bois énergie pour l'approvisionnement de Kinshasa et Kisangani en RDC et de Brazzaville au Congo.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du module 3 qui a pour but d'améliorer la connaissance des couverts forestiers, et les modes d'exploitation pratiqués par les populations locales. Il vise également à rechercher et mettre en œuvre des propositions d'enrichissement en essences locales d'intérêts divers pour les villageois (production de *makala*, alimentation, pharmacopée etc.) (Marien et al 2010).

Parmi les propositions de restauration des espaces forestiers naturels dégradés, le projet Makala a imaginé, entre autres actions, mettre en place la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans les terroirs villageois du plateau Batéké. Cette technique consiste à conserver une partie des arbres, d'une part au moment du défrichement (grands arbres du peuplement forestier ou de la jachère préexistante) et, d'autre part, au moment des sarclages (jeunes semis, rejets de souches ou drageons). En synthèse, il s'agit de conserver des arbres sur des parcelles agricoles et d'accélérer la croissance des arbres dans la jachère. A l'inverse, les pratiques locales dissocient, dans le temps et dans l'espace, productions agricoles et forêts, sans se

soucier de la régénération forestière. En effet, les populations ont des systèmes de culture de type « traditionnel » d'abattis-brûlis en forêt (Marquant 2011). Plusieurs avantages sont donc supposés à la mise en place de la RNA, entre autres, un gain de croissance des jeunes arbres d'environ 2 ans (durée des cultures) devrait permettre de produire plus de *makala* lors de la prochaine coupe de la jachère. De plus, ce couvert arboré permettrait de limiter la savanisation grandissante des milieux, en contrôlant la croissance du tapis herbacé et des arbustes envahissants, souvent très combustibles en saison sèche (Peltier et al. 2012).

Afin de remplir les objectifs du module 3, la présente étude vise, dans un premier temps, à caractériser par inventaire les différentes formations végétales définies par analyse des images satellites en 2010 (Pennec 2010). Grâce à nos résultats le Plateau Batéké pourrait ainsi devenir un lieu de référence pour des estimations de biomasse et de carbone à l'échelle du Bassin du Congo. En effet, des évaluations à des échelles aussi fines sont rares. Dans un second temps, les objectifs recherchés par le projet pour la technique RNA est de disposer de toutes les clés pour pouvoir passer de la phase recherche à la phase développement, si elle s'avère intéressante pour les producteurs. L'étude doit alors faire une évaluation technique sur les essais de RNA au plateau Batéké, en début d'année 2012, en effectuant une nouvelle mesure des parcelles de suivi permanentes installées en 2011 (Marquant 2011).

L'étude s'articule ainsi autour d'une problématique :

Quel est l'état de la forêt galerie de la Lufimi et, dans l'état actuel des connaissances, la RNA paraît-elle un bon moyen de la restaurer ?

Ce stage a nécessité une mission de terrain de 15 semaines de février à mai à Mampu, sur le plateau Batéké, dans la province de Kinshasa, en RDC. La rédaction a été réalisée au sein du CIRAD basé à Montpellier.

Matériel et méthodes :

Les travaux ont été menés dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour du centre agroforestier de Mampu (annexe 1). Pour l'inventaire, nous avons sélectionné à partir des cartes disponibles (Pennec 2010) deux blocs de forêt galerie dont les critères ont été : une bonne représentativité des forêts galeries de la région et de leurs différents degrés de dégradation, la proximité, l'accès, la taille, et une régénération naturelle. Pour la partie RNA

les placettes de suivi installées par le projet ont été reprises. En effet, le module 3 travaille depuis le début des activités RNA sur quatre villages de la zone ethnolinguistique Kitéké : Nsuni, Yolo, Imbu et Kaméléon. Les matériels mis à disposition sont : un récepteur GPS Garmin Cx 60, un clisimètre Carl Leiss, un dendromètre, un décamètre (50m), une corde nylon de longueur 50m, une boussole, deux triple mètres (3m), deux pieds à coulisse, des machettes Tramontina, des feuilles d'inventaires (annexe 2), un plan, coordonnées géographiques des layons, stylos, blocs-notes. Pour le traitement des données, les logiciels Pack office 2003, et le Logiciel de Système d'Informations Géographiques (SIG) ArcGis 9.3 ont été utilisés. Au niveau des ressources humaines, l'ingénieur local du WP3 Simon Diowo Mukumary ainsi que le technicien forestier Sabu Mbono Wakambo, et le pépiniériste Samuel Lufungula ont contribué aux activités de terrain. Leur connaissance des essences, et des coutumes locales ont été d'une précieuse aide. Les villageois eux-mêmes ont participé aux travaux.

Procédé de l'inventaire :

L'inventaire en question, vise à connaître l'état actuel de la ressource arborée en caractérisant ses peuplements d'un point de vue écologique, et en quantifiant la biomasse végétale aérienne ainsi que le stock de carbone. Dans la mesure où la forêt est trop vaste pour être inventoriée entièrement, l'inventaire repose sur un échantillonnage. Il faut alors déterminer le nombre de placettes d'échantillonnage à mettre en place, ce qui nécessite d'avoir une idée du coefficient de variation (CV) de la grandeur à prédire, dans notre cas, la biomasse. Un pré-inventaire, c'est-à-dire un inventaire avec un faible taux de sondage (donc plus rapide), a pour objectif d'estimer les valeurs des coefficients de variation. Le type de pré-inventaire choisi a l'avantage que le type de placette utilisé est le même que celui utilisé pour l'inventaire proprement dit : il n'y a donc pas de biais lié à la forme ou à la taille des placettes (Picard 2006). Au vu des résultats que l'on obtiendra et du degré de précision déterminé, ce pré-inventaire permettra aux responsables du projet de connaître le nombre de placette à mettre en place, et si il est nécessaire ou non de réaliser un inventaire complémentaire et à quel taux.

Nous avons choisi pour cela un échantillonnage systématique. Cela revient à disposer les points d'inventaire de façon régulière le long de transects parallèles et équidistants. Cette disposition permet de cheminer à la boussole car elle correspond à un cap à suivre le long des layons (Picard 2006). Le cap à suivre lors des layons a été de 99°E ou 279°W selon le point

de départ. À partir de la carte des massifs (Pennec 2010), nous avons alors positionné des layons équidistants de 2000m (Annexe 1, figure 1) et dans le sens de la pente. Cela permet d'intégrer toute la diversité des formations, depuis les savanes de haut de pente, jusqu'aux forêts inondables de bord de rivière. Une réelle stratification basée sur la typologie identifiée lors de l'analyse des images satellites (Pennec 2010) n'a pas pu être mise en place, car cette typologie de 2010 ne correspond plus à la réalité de terrain en 2012 (nombreux défrichements récents). Aujourd'hui la forêt galerie a disparu au profit de jeunes jachères dégradées. Cependant lors de l'étude de Pennec, la typologie du plateau in situ avait été déterminée (annexe 3), nous avons alors pu servir de cette typologie pour spécifier une strate à chaque placette et ainsi vérifier la correspondance avec la cartographie.

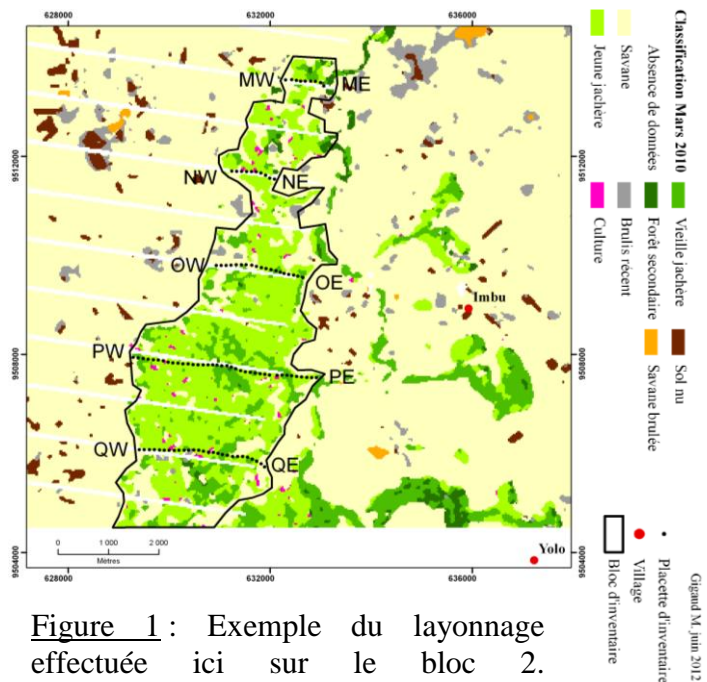


Figure 1 : Exemple du layonnage effectuée ici sur le bloc 2.

Le choix de la forme des placettes d'inventaire a été d'ordre pratique : on a privilégié une forme circulaire dans la mesure où elles sont faciles à délimiter dans du taillis si leur rayon n'est pas trop élevé. De plus à surface égale, c'est la forme qui présente le plus petit périmètre et donc le plus faible risque d'erreur de positionnement d'un arbre à l'intérieur ou à l'extérieur de la placette. Les individus sur la limite de la placette ont été traités comme suit : un arbre avec un fût bien distinct a été considéré à l'intérieur de la placette si plus de la moitié de son tronc à la base se trouve dans la placette. Une cépée (rejets de souche) à cheval sur la limite de la placette a été considérée à l'intérieur dans la moitié Est de la placette et à l'extérieur dans la moitié Ouest de la placette. Toutes les tiges d'une cépée à cheval sur la limite mais considérée à l'intérieur ont été inventoriées, y compris les tiges apparemment à l'extérieur de la placette. En ce qui concerne la taille des placettes, il faut savoir qu'à taux d'échantillonnage fixé et lorsque les arbres sont agrégés (ce qui est le cas du taillis), nous avons intérêt à faire beaucoup de placettes de petite taille plutôt que quelques placettes de grande taille. On a donc utilisé des placettes circulaires d'un rayon de 7 m, ce qui correspond à une surface réelle unitaire de 154 m². Rappelons que la taille des placettes n'a pas à être adaptée à la densité du peuplement. La densité du peuplement aura une incidence sur le CV (coefficient de variation)

des placettes, et par conséquent sur le nombre de placettes à mettre en place pour atteindre une précision donnée. Ainsi le plan d'inventaire s'adapte automatiquement aux différences de densité selon les strates sans qu'il soit nécessaire de faire varier la taille des placettes (Picard 2006).

Suite aux mesures faites sur le terrain, les surfaces en question sont des « surfaces réelles » (SR). Il n'y a pas eu de correction de pente. Or, on doit travailler en « surfaces projetées » (SP) afin de pouvoir s'affranchir de la notion de pente et généraliser les résultats de terrain avec des logiciels SIG qui donnent des surfaces projetées sur un plan horizontal. Le choix technique qui a été fait a été de réaliser la correction de pente a posteriori avec les équations suivantes. Un disque mesuré sur une parcelle en pente devient une ellipse en surface projetée, avec « R » comme grand axe (rayon du cercle) et « r » comme petit axe qu'il convient de calculer en considérant la pente (moyenne d'une visée vers le haut et vers le bas, à partir du centre de la parcelle). On a alors un angle α qui est défini comme : $\alpha = (\text{pente moyenne en } \%)$ et pour cet angle : $\cos(\alpha) (= \text{côté adjacent/hypoténuse}) = 2r/2R = r/R$. A l'aide de ces deux relations, les données « R » et « pente moyenne en % » étant connues, il est possible de trouver « r » en faisant : $r = \cos(\alpha) * R$. L'aire du cercle est donc : πR^2 et l'aire de l'ellipse : $\pi r R$ (Marquant, 2011).

Venons-en au nombre de placettes d'inventaire à mettre en place. Ce nombre est fonction avant tout de la précision que l'on souhaite avoir sur l'estimation de la biomasse. Il dépend également des caractéristiques des placettes (surface et forme) et, de façon implicite, du mode de répartition spatiale des arbres. Rappelons que le traitement des données de ce pré inventaire doit fournir le CV de la biomasse au sein de l'ensemble des placettes, et si possible au sein de chaque typologie. Par conséquent pour le pré inventaire, dont il est question ici, le taux est arbitraire et dépend des moyens et du temps disponible. Nous avons donc décidé d'inventorier les layons, selon la méthode systématique expliqué ci-dessus, en disposant une placette tous les 100 m afin de déterminer un plan d'échantillonnage. Ensuite, le réalisateur de l'inventaire ultérieur pourra utiliser l'abaque de taille d'échantillon (Tableau I) qui permettra de planifier le nombre de placettes à mettre en place de manière à assurer une précision d'estimation donnée. En effet, il donne la taille d'échantillon calculée selon la formule $ns \approx [q\alpha * (CV_{gs}/\epsilon_s)]^2$ en fonction du seuil α , de la précision voulue ϵ_s et du coefficient de variation CV_{gs} . Un seuil de probabilité de $\alpha = 0,10$ signifie que la « vraie » valeur de la biomasse par unité de surface a 90% de chances de se situer dans l'intervalle de confiance estimé. La

précision ε est fixée par le planificateur de l'inventaire. La valeur de ε est d'autant plus petite que la précision est meilleure (une précision de 5% est meilleure qu'une précision de 10 %). Dans les inventaires « classiques », on cherche à obtenir typiquement une précision de 10% sur l'estimation de μ (soit $\varepsilon = 0,1$). En fin de compte, nous pouvons espérer utiliser la cinquième ligne du tableau I (correspondant

Tableau I : Taille de l'échantillon en fonction du seuil de probabilité α , de la précision voulue ε et du coefficient de variation CVgs (Picard 2006).

Seuil de probabilité	ε (en %)	CV (en %)				
		60	80	100	150	200
0.05	5	553	983	1537	3457	6146
	10	138	246	384	864	1537
	20	35	61	96	216	384
0.10	5	390	693	1082	2435	4329
	10	97	173	271	609	1082
	20	24	43	68	152	271
0.20	5	237	420	657	1478	2628
	10	59	105	164	370	657
	20	15	26	41	92	164
0.32	5	142	253	396	890	1582
	10	36	63	99	223	396
	20	9	16	25	56	99

à $\alpha = 0,10$ et $\varepsilon = 0,10$) pour arrêter le nombre de placettes (en fonction du CV qui sera déterminé par le pré inventaire) (Picard 2006). Cependant, il faut rappeler que, dans notre cas, on est surtout lié à deux contraintes : le temps et les moyens disponibles ce qui pourrait entrainer le choix d'une diminution de la précision de l'inventaire.

L'exécution du pré inventaire forestier a nécessité une méthodologie particulière (Figure 2).

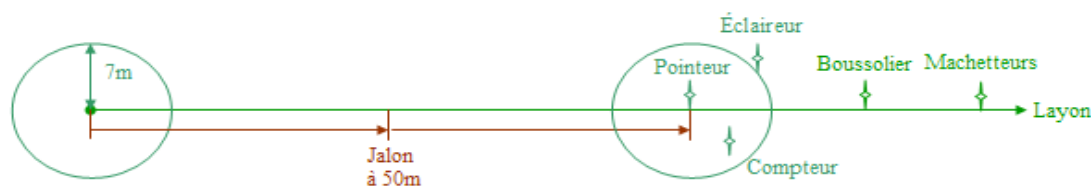


Figure 2 : Schéma de la méthodologie d'inventaire.

Pour chaque placette, le code placette, la hauteur dominante, la date et le nom du pointeur, les coordonnées GPS, la pente, et la strate ont été notés (annexe 2). Les mesures ont porté sur tous les individus ayant une taille suffisante pour avoir une biomasse et un stock de carbone non négligeable. En théorie, en forêt, les arbres de moins de 5 cm au DHP (Diamètre à Hauteur de Poitrine, soit le diamètre à 1,30m au-dessus de la surface du sol) représentent moins de 1% de la biomasse (De Wasseige et al 2009). En pratique, sur ces jeunes jachères dégradées, les arbres supérieurs à 5 cm sont rares et ceux inférieurs sont en grand nombre. Il a donc été décidé de mesurer toutes les tiges ligneuses vivantes (fût ou brin de cépée) de DHP supérieures à 3cm. Toutes les essences ont été concernées (hormis les lianes qui restaient rares). Pour chaque individu comptabilisé dans une placette unitaire, trois paramètres ont été relevés : l'espèce, le DHP (deux mesures en croix ont été prises et la moyenne arrondie à l'unité a été relevée) ou sa circonférence lorsque son diamètre devenait trop important pour le pied à coulisse, et la hauteur. La mesure de la hauteur de chaque arbre est souvent difficile à

obtenir car la cime est souvent cachée par la strate supérieure de la canopée ou par la végétation sous couvert plus ou moins dense. Nous avons donc pris la hauteur dominante de chaque placette grâce au dendromètre (ce qui nous donne un bon point de référence) puis estimé la hauteur des autres arbres (notons que 93% des arbres inventoriés ont une hauteur inférieure à 11m).

La biomasse végétale aérienne (AGB, Above Ground Biomass) de chaque arbre a été calculée à partir d'une formule de Chave et al. (2005). Elle est parmi les plus robustes actuellement disponibles, largement utilisée et vérifiée, et adaptée au type de forêts dont nous étudions la biomasse : les forêts tropicales humides poly-spécifiques. Nous avons utilisé : $AGB = e^{(-2,977 + \ln(\rho_s \cdot D^2 \cdot H))}$ une équation à deux entrées (le DHP, et la hauteur) où AGB = biomasse de l'arbre en tonnes, D = DHP en cm, ρ_s = densité spécifique du bois de l'espèce s en g/cm³, H = hauteur en mètres (Chave et al. 2005). La biomasse totale de chaque placette d'inventaire a été obtenue en sommant les biomasses des N arbres présents sur la placette. Pour la densité, nous avons pu utiliser la base de données du Dryad (Global Wood Density). Lorsque la densité de l'espèce n'est pas disponible ou que celle-ci n'a pu être déterminée, nous avons pris en compte une densité moyenne du genre. Si la densité du genre n'est pas fournie alors nous avons fait une moyenne au niveau de la famille (les données récoltées en Afrique tropicale humide ont été privilégiées). Enfin, lorsqu'aucune donnée n'est disponible, nous avons utilisé une valeur de densité par défaut calculée à partir des densités spécifiques des peuplements étudiés (Lavialle et al. 2012). La densité moyenne par défaut est une moyenne des densités connues des 43 espèces inventoriées (annexe 4), pondérée par la surface terrière de chaque espèce dans l'ensemble des peuplements : $D_{\text{défaut}} = (\sum D_s \cdot ST_s) / ST_{\text{tot}}$ où ST_s = somme des surfaces terrières des individus d'une espèce en m² ; D_s = densité spécifique en g/cm³ ; ST_{tot} = surface terrière totale de l'ensemble des placettes en m². On obtient une valeur moyenne de densité de 0,546g/cm³ ce qui est cohérent car les valeurs moyennes recommandées pour les espèces africaines sont comprises dans une fourchette de 0,50 g/cm³ à 0,79 g/cm³ (Bayol et al. 2009). Pour évaluer le stock de carbone des forêts, le GIEC recommande de prendre en compte cinq compartiments de stockage ; la biomasse aérienne, la biomasse racinaire, le bois mort, la litière, et le carbone organique du sol. Notre méthode d'inventaire nous permet d'évaluer seulement le stock de carbone contenu dans la biomasse végétale aérienne. Nous avons estimé que la quantité de carbone aérien correspond à 50% de la biomasse végétale aérienne (Chave et al. 2005, Lewis et al. 2009).

Pour finir, afin d'identifier les espèces dominantes par strate, elles ont été classées par ordre d'importance grâce à l'indice de valeur d'importance « **IVIr** » (dérivé de : Importance Value Index) de Curtis et al. (1950) et de Pelissier (1995) qui prend en compte la fréquence relative (**Fr**) et la dominance relative (surface terrière = **STr**) des espèces. Il est obtenu par la formule suivante : **IVIr = Fr + STr = (ni/N*100) + (STi/STtot*100)** (Andriamalala et al. 2010). La diversité floristique, quant à elle, a été mesurée grâce aux indices de diversité suivant : l'indice de Shannon et Weaver (1949) noté « **H'** » compris dans l'intervalle [0 ; log₂(S)], et l'indice d'équitabilité de Pielou (1966) noté « **E** » compris dans l'intervalle [0 ; 1]. Ces indices permettent de décrire la diversité et la structure du peuplement. L'indice de Shannon et Weaver (1949) se calcule selon la formule suivante : **H' = -Σ(ni/N)*log₂(ni/N)** avec ni = nombre d'individus d'une espèce donnée, i allant de 1 à S (nombre total d'espèces) ; et N = nombre total d'individus. L'indice « **H'** » est minimal si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce et si dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu. **H'** est maximal quand tous les individus sont répartis de façon égale sur toutes les espèces (équirépartition). L'indice d'équitabilité de Pielou (1966) permet de connaître la manière dont les individus sont répartis entre les différentes espèces, ce qui donne une idée de la structure. Cet indice est le rapport entre la diversité calculée et la diversité théoriquement maximale. On le calcule dans le cas de l'indice de Shannon de la manière suivante : **E= H' / log₂(S)** (Lavialle et al. 2012).

Suivi des parcelles RNA :

Concrètement, les suivis RNA à réaliser se divisent en trois parties : un suivi après abattis, un après sarclage, et un témoin.

(1). Un recensement des arbres présents sur les parcelles 6 à 8 mois après le passage du feu a été fait en 2011 (Marquant 2011). Des mesures avaient été prises sur les 15 parcelles entières de tous les exploitants des quatre villages pratiquant cette partie de la RNA. La conclusion a été que la survie moyenne des arbres conservés sur les parcelles de suivis était de 12%, ce qui notait l'échec de cette partie de la RNA. C'est la raison pour laquelle, nous avons décidé ici de reprendre de nouvelles mesures uniquement sur une parcelle « témoin » presque horizontale (ce qui limite les dégâts du feu) où l'agriculteur a bien respecté le protocole de mise à feu proposé par le projet. En effet cette parcelle est la seule sur laquelle il reste des arbres préexistants, vivants après brûlis. La détermination de l'essence, leur présence en

bordure de parcelle, et la description qualitative des bordures de parcelles ont permis de reconnaître les arbres survivants parmi ceux identifiés lors des suivis précédents sur la parcelle. La base de données (BDD) a été mise à jour. La variable qui nous intéresse ici est le taux de survie globale des arbres conservés (Marquant 2011).

(2). Le suivi de la conservation de rejets, drageons et semis au moment des sarclages agricoles a été réalisé comme suit. Des placettes circulaires avaient été mises en place sur 13 parcelles qui avaient été jugées comme représentatives d'une bonne mise en œuvre de cette 2^{ème} partie de la RNA (Marquant 2011). Au total, 23 placettes de tailles variables (de 4, 5, 6, ou 7 mètres de rayon) avaient été agencées afin d'avoir une représentation d'environ 10% de chaque parcelle. Cette méthode ainsi que le manque de répétitions ne leur donne pas de représentativité statistique. Pour chaque arbre à l'intérieur des placettes circulaires définies, bornées et géo référencées précédemment, les nouvelles mesures prises ont été les suivantes : la longueur de la plus grande tige ; et le diamètre de cette tige à une hauteur de 30 cm au dessus du sol pour les individus dont la hauteur est inférieure à 2,50m. Une mesure complémentaire du diamètre au DHP a été effectuée quand la hauteur de l'arbre est supérieure à 2,50m. Chaque arbre a été retrouvé grâce aux caractéristiques notées précédemment, comme l'origine (rejet de souche ou rejet de taillis), l'essence, le diamètre de souche, ou encore le diamètre et la hauteur initiale de la tige. De plus, le protocole utilisé, associé à ces paramètres, a permis de les identifier avec certitude. En effet, une fois au centre de la placette les premiers rejets répertoriés sont situés en haut de pente, et la rotation est effectuée dans le sens des aiguilles d'une montre. La distance de l'arbre à la borne a été rajoutée ainsi que son azimut en degrés afin de faciliter la reconnaissance des individus lors du prochain suivi. L'ensemble des données relevées a été mis en forme dans la BDD. Suite à ces mesures, les variables étudiées ont été : le nombre de tiges à l'hectare par parcelle, la biodiversité au sein des parcelles, et les vitesses moyennes de croissance selon l'essence (Marquant 2011).

(3). Cinq placettes circulaires témoins, de tailles variables, ne pratiquant pas la RNA, avaient été mises en place en 2011, dans le but de comparer les parcelles pratiquant ou non la RNA. L'objectif était de peser les tubercules de manioc si les récoltes ont déjà eu lieu ou d'observer qualitativement en comparant l'état des pieds (ceux du manioc principalement) au fil du temps, avec et sans mise en œuvre de la RNA. Le questionnement agronomique de la RNA part du constat que la présence d'arbres au milieu des cultures peut avoir un effet concurrentiel avec les cultures en place (ombrage, éléments nutritifs du sol etc.). Cependant,

cet à priori pourrait aussi être démenti si aucune différence n'est constatée, ou au contraire en considérant que les arbres limitent les pertes en eau et/ou l'érosion des sols (Marquant 2011). Malheureusement, lors de notre suivi, le manioc n'avait pas été bouturé après le maïs sur plusieurs parcelles, si bien qu'il n'a pas été possible d'étudier l'influence de la RNA sur la production des cultures (Peltier et al. 2012). Nous avons donc décidé d'utiliser ces parcelles pour estimer la croissance du recrû spontané arboré en l'absence de RNA. Pour cela, il a fallu prendre le DHP, et la hauteur des arbres de plus de 2,5m (en supposant que ceux-ci seront conservés) afin de pouvoir les comptabiliser, les suivre, et comparer leur nombre et leur croissance avec les parcelles où la RNA a été pratiquée. Cela nous permet alors de vérifier si l'action de la RNA a un rôle majeur ou non sur le nombre et la croissance initiale des jeunes arbres sur les parcelles, après culture.

Résultats :

Exécution du pré inventaire :

L'échantillonnage a permis de mesurer 3361 arbres sur 293 placettes représentant 4,35 ha en surface projetée (SP). Le taux d'échantillonnage est de 0,074% (Tableau II).

Tableau II : Chiffres clefs du pré inventaire

Surface de la forêt galerie en ha	5875
Layon en Km	26,85
Placettes	293
Nombre d'arbres	3361
Hauteur dominante moyenne en m	6,06
Surface Réelle inventoriée (SR) en ha	4,51
Surface Projetée inventoriée (SP) en ha	4,35
% échantillonné	0,074

Les calculs de la biomasse de la surface terrière ou encore du nombre d'arbres à l'hectare sont présentés dans le Tableau III. Les forêts denses du bassin du Congo stockent en moyenne 155 tonnes de carbone aérien (FAO 2009). Notre valeur est presque 23 fois plus faible que cette référence. D'autre part, le nombre d'arbres à l'hectare dans des peuplements en recolonisation comme ici devrait être assez élevé, or nous avons un résultat inférieur à celui d'une plantation classique. Cela démontre la grande difficulté des arbres à recoloniser l'espace dû à une anthropisation très forte.

Tableau III : Résultats clefs du pré inventaire

Surface Terrière en m² pour 4,35 ha en SP	14,31
Carbone en T pour 4,35 ha en SP	29,46
Arbres a l'ha SR	745
Arbres a l'ha SP	772
Surface Terrière en m² a l'ha SR	3,17
Surface Terrière en m² a l'ha SP	3,29
AGB en T/ha SR	13,06
AGB en T/ha SP	13,54
Carbone en T/ha SR	6,53
Carbone en T/ha SP	6,77

Si l'on différencie les tiges (Figure 3), plus de 50% des arbres ont un DHP inférieur à 5 cm, et 93% ont une hauteur inférieure ou égale à 10 m de haut. A l'inverse le carbone est logiquement concentré à plus de 90% dans les arbres dont le DHP est égale ou supérieure à 5 cm et à près de 70% dans les arbres dont la hauteur est égale ou supérieure à 10 m. Bien que toutes les équations allométriques utilisent le DHP comme entrée, cela n'en est pas toujours le cas pour la hauteur. Or, l'écart important entre le pourcentage en nombre d'arbres supérieurs à 10 m et le pourcentage en carbone qu'ils représentent, démontre l'importance du choix de l'équation allométrique utilisant la hauteur comme entrée.

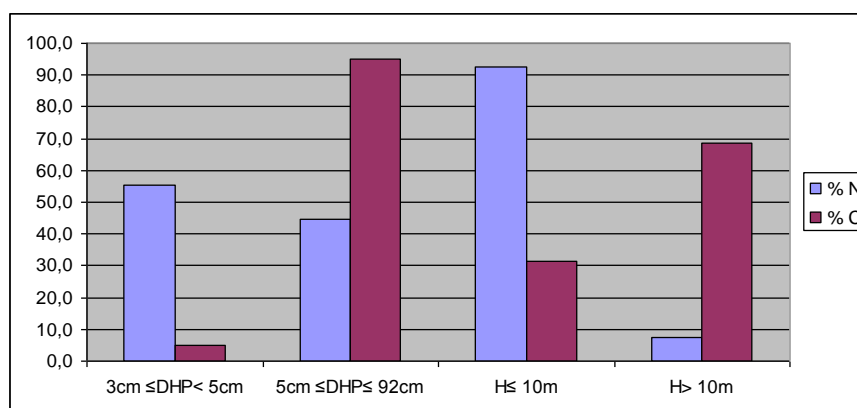


Figure 3 : Répartition du pourcentage d'arbres (N) et de carbone (C) en fonction des classes de diamètres (DHP) et de hauteur (H) sur l'ensemble des placettes inventoriées

L'histogramme illustrant la distribution des tiges par classe de diamètre en forme de « J inversé » est classique des jeunes peuplements (Figure 4). Elle confirme que les jeunes jachères dominant, sans que le nombre de jeunes tiges à l'hectare ne soit très important. On peut supposer que les jachères sont exploitées dès que le diamètre moyen atteint 10 cm et que le nombre de jeunes tiges est limité par différents facteurs qui restent à analyser (feux, concurrence avec des espèces invasives, épuisement des souches et du stock de semences, etc.).

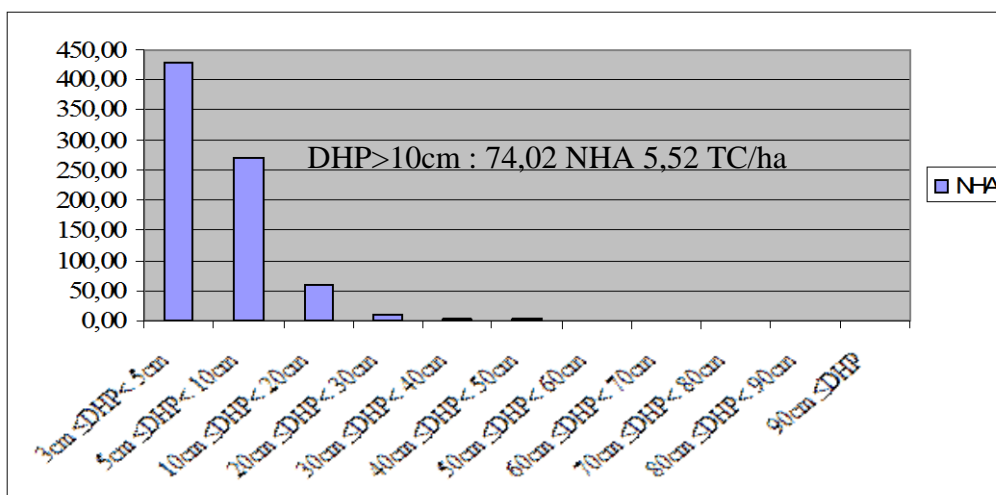


Figure 4 : Distributions des tiges vivantes à l'hectare (NHA) en classe de diamètre.

Sur l'ensemble de l'inventaire, nous constatons qu'il y a autant de cultures que de forêts secondaires (Figure 5). Parallèlement, 70% de la surface inventoriée est soit de la jeune jachère soit de la savane et celles-ci représentent que 26% du carbone, alors que les forêts secondaires en représentent 57% pour à peine 10% de la surface inventoriée.

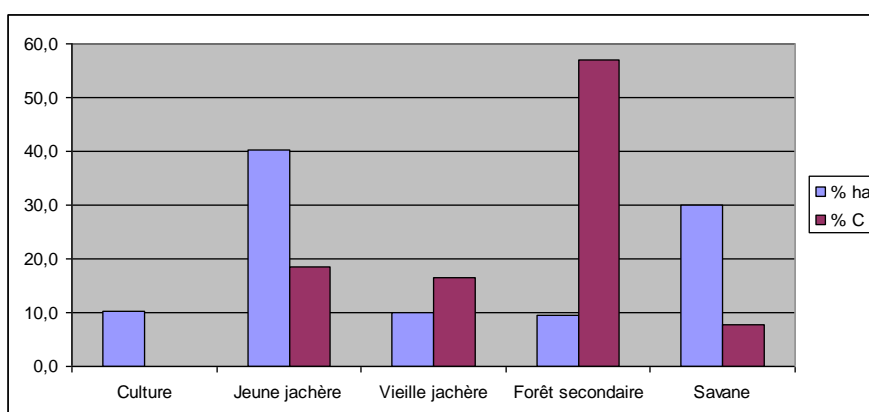


Figure 5 : Répartition en pourcentage de la surface inventoriée (ha) et de la biomasse (AGB) en fonction des strates sur l'ensemble des placettes inventoriées

L'inventaire floristique a permis d'identifier au total 43 espèces végétales regroupées en 39 genres et 27 familles (annexe 4). Malheureusement 16% des individus n'ont pas pu être identifiés. Sur l'ensemble des placettes d'inventaires, hormis les individus indéterminés, les espèces les plus fréquentes sont les suivantes : *Hymenocardia ulmoides* (12), *Hymenocardia acida* (9), *Markhamia tomentosa* (8), *Oncoba welwitschii* (6), et *Pentaclethra eetveldeana* (6). En parallèle les individus dont l'IVIr est le plus important sont : *Hymenocardia ulmoides* (17,1), *Hymenocardia acida* (14,5), *Markhamia tomentosa* (11,2), *Pentaclethra eetveldeana* (10,3), et *Macaranga monendra* (10). Nous notons que parmi ces espèces, seules *Pentaclethra eetveldeana* et *Macaranga monendra* apparaissent comme des essences « dites » de forêt secondaire (Pauwels 1993). Les autres sont caractéristiques des recrûs forestiers (à l'exception

de *Hymenocardia acida* qui est savanicole), ce qui confirme l'état de dégradation important de la forêt galerie. L'annexe 5 présente les cinq espèces dont la fréquence relative et l'IVIr sont les plus élevés par typologie.

En parallèle, il est important de signaler que 23% des placettes ne comptabilisaient aucun arbre, et que sur 26% nous avons noté la présence soit de *Pteridium aquilinum* (fougère aigle) soit de *Chromolaena odorata* (ou Eupatorium, un arbuste). Ces deux espèces pionnières sont extrêmement envahissantes et ralentissent considérablement la capacité de régénération du couvert ligneux car elles sont particulièrement aptes à la combustion en saison sèche. Outre les individus indéterminés, l'indice de Shannon ($H' = 4,36$, $\text{Log}_2(S) = 5,43$) et de Pielou ($E = 0,80$) nous montrent que, malgré une bonne équirépartition, certaines espèces font chuter les indices à cause de leur présence dominante. Ces résultats étoffent notre constat, à savoir que les espaces en recolonisation sont souvent dominés par quelques espèces et donc peu diversifiés.

Enfin, le traitement de cet inventaire devait fournir le coefficient de variation de la biomasse au sein de l'ensemble des placettes, et si possible au sein de chaque type de couvert végétal (Tableau IV).

Tableau IV : Coefficient de variation (CV) de la biomasse (AGB en tonne) répartis par type de végétation au sein des 4,35 ha inventoriés.

Strate	AGB	CV	CV en %
Savane	4,61	10,21	221,64
Jeune jachère	10,97	190,57	1737,68
Vieille jachère	9,73	63,46	652,04
Forêt secondaire	33,56	2115,89	6305,13
Peuplement	58,92	394,40	669,41

Nous observons une variabilité très importante. Celle-ci est probablement liée à la dégradation de la zone d'étude. Par ailleurs, la petite taille des placettes a été choisie pour qu'elle soit adaptée à du taillis. Cela les rend moins adaptées à des milieux comme la forêt secondaire où il suffit qu'un seul arbre remarquable soit comptabilisé pour que la biomasse soit considérablement augmentée. Il sera donc difficile de se fixer sur la 5^{ème} ligne du tableau I comme nous l'avons préconisé au départ afin de déterminer le nombre de placettes à mettre en place. Ce sera donc à l'équipe d'inventaire (ultérieur) de faire le meilleur compromis entre les possibilités de terrain et la validité statistique.

Suivis RNA :

Après l'incendie, la nouvelle mesure prise sur la parcelle « témoin », montre un Taux de Survie (TS) de 13%. Ce n'est pas différent des résultats précédents. On confirme donc que la conservation d'arbres avant mise à feu est difficile et donne des résultats médiocres dans la majorité des cas.

D'autre part, sept mois après la mise en culture, sur les parcelles de suivi de la RNA, le nombre de rejets, drageons et semis conservés au moment des sarclages agricoles, était en moyenne de 1235 (± 45) jeunes arbres/ha (Marquant 2011). Parmi les 15 espèces conservées : *Markhamia tomentosa*, *Hymenocardia ulmoides*, *Oncoba welwitschii*, *Pentaclethra eetveldeana* et *Millettia laurentii*, représentaient 82,5% de celles qui étaient conservées par les agriculteurs (Marquant 2011). La nouvelle mesure a montré que, après dix-sept mois, le nombre de jeunes arbres vivants est de 1055/ha (± 37), ce qui correspond pratiquement à une plantation d'acacias d'espacement de 3m par 3m (Tableau V). De plus, le suivi de placettes témoins ne pratiquant pas la RNA montre que le nombre d'arbres de plus de 2,5m de haut est 3 fois plus important lorsque la RNA est mise en œuvre (360 arbres $> 2,5m$ /ha $\pm 23,1$) que sur les parcelles où la RNA n'a pas été pratiquée (126 arbres $> 2,5m$ /ha $\pm 35,7$).

Tableau V : Effectifs et densités des arbres (Ab) des parcelles RNA sarclage en fonction de la surface réelle (SR) ou projetée (SP) au cours des deux suivis (S1 et S2).

Codes Parcelles	SR (ha)	SP (ha)	Ab au S1	Ab au S2	Densité S1 SR (rej/ha)	Densité S2 SR (rej/ha)	Densité S1 SP (rej/ha)	Densité S2 SP (rej/ha)
NsuRNA-2	0,01916	0,01819	19	16	992	835	1045	880
NsuRNA-8	0,01005	0,00996	14	10	1393	995	1406	1004
NsuRNA-12	0,01005	0,00954	18	19	1791	1891	1887	1992
ImbRNA-1bi	0,00503	0,00436	6	3	1193	596	1376	688
ImbRNA-2	0,03079	0,02881	34	26	1104	844	1180	902
ImbRNA-3	0,03079	0,03079	32	23	1039	747	1039	747
ImbRNA-4bi	0,01005	0,00926	20	14	1990	1393	2160	1512
ImbRNA-12	0,01916	0,01772	26	20	1357	1044	1467	1129
ImbRNA-14	0,01571	0,01470	16	14	1018	891	1088	952
KamRNA-5bi	0,02262	0,02217	21	25	928	1105	947	1128
KamRNA-10bi	0,01916	0,01913	19	19	992	992	993	993
KamRNA-12	0,00503	0,00496	6	5	1193	994	1210	1008
KamRNA-15	0,00503	0,00480	9	11	1789	2187	1875	2292
Moyenne par parcelles	0,01559	0,01495	18	16	1291	1116	1359	1171
Total des parcelles	0,20263	0,19439	240	205	1184	1012	1235	1055

Malgré six individus indéterminés, l'indice de Shannon ($H'=2,39$, $\text{Log}_2(S)=3,46$) et de Pielou ($E=0,69$) nous montrent que les espèces vivantes au moment du deuxième suivi maintiennent une dominance certaine pour quelques unes d'entre elles. En effet, quatre espèces ont disparu depuis le premier suivi, et les cinq espèces dominantes lors du premier suivi comptabilisent dorénavant 86,3% des rejets conservés. Il faut noter que *Markhamia tomentosa* comptabilise à elle seule près de 50% de l'effectif total (Tableau VI).

Tableau VI : Effectifs et pourcentages (%) des essences conservées par les producteurs.

Nom Essence	Famille	Effectifs Conservés S1	Effectifs Conservés S2	% S1	% S2
<i>Albizia adianthifolia</i> Benth	Mimosaceae	4	4	1,7	2,0
<i>Chaetocarpus africanus</i>	Euphorbiaceae	2	2	0,8	1,0
<i>Dracaena mannii</i>	Agavaceae	1	0	0,4	0,0
<i>Hymenocardia ulmoïdes</i>	Hymenocardiaceae	33	28	13,8	13,7
Indéterminé	Indéterminé	11	6	4,6	2,9
<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	119	100	49,6	48,8
<i>Millettia laurentii</i>	Fabaceae	10	11	4,2	5,4
<i>Millettia eetveldeana</i>	Fabaceae	3	3	1,3	1,5
<i>Oncoba welwitschii</i>	Flacourtiaceae	19	19	7,9	9,3
"Palmier"	Indéterminée	2	0	0,8	0,0
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	Mimosaceae	17	19	7,1	9,3
<i>Pseudospondias microcarpa</i>	Anacardiaceae	1	1	0,4	0,5
<i>Sapium cornutum</i>	Euphorbiaceae	8	5	3,3	2,4
<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	2	0	0,8	0,0
<i>Vitex congolensis</i>	Verbenaceae	6	7	2,5	3,4
<i>Voacanga chaltiana</i>	Apocynaceae	2	0	0,8	0,0

En terme de croissance, en moyenne sur 10 mois (de mai à mars) les rejets ont eu une croissance de 1,04m de hauteur pour 1,34cm de diamètre à 30cm au dessus du sol (Figure 6 et 7, annexe 6, sur les figures une sixième espèce, *Vitex congolensis*, a été rajoutée en raison de sa croissance élevée : 1,21m de haut pour 2,26cm de diamètre en plus). On observe que trois essences : *Vitex congolensis*, *Millettia laurentii* et *Oncoba welwitschii*, présentent une croissance (en hauteur et diamètre) plus importante que la moyenne. A l'inverse, *Markhamia tomentosa*, et *Pentaclethra eetveldeana* ont une croissance inférieure, tandis que *Hymenocardia ulmoïdes* est équivalente. Moins d'un an et demi après RNA, les jeunes arbres des principales espèces dépassent déjà la hauteur de 2 m. Cela correspond à la hauteur des plus hautes herbacées et des arbustes invasifs. On peut donc supposer qu'ils pourront se développer sans craindre leur concurrence, voire qu'ils limiteront leur développement.

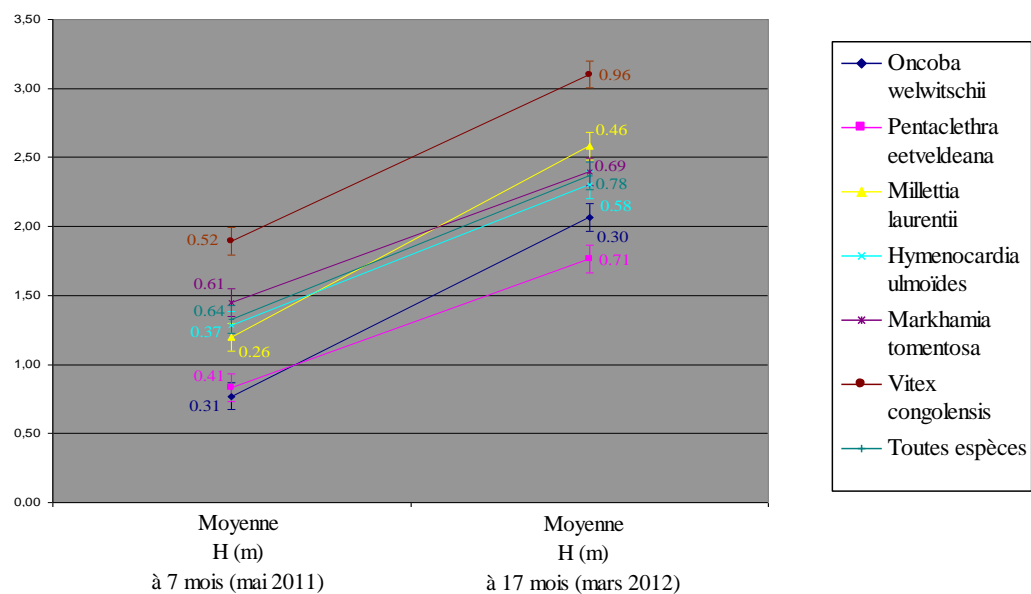


Figure 6 : Hauteur moyenne, en mètre, des jeunes arbres par espèce, en fonction de l'âge des rejets (La valeur inscrite au sein du graphique est celle de l'écart type).

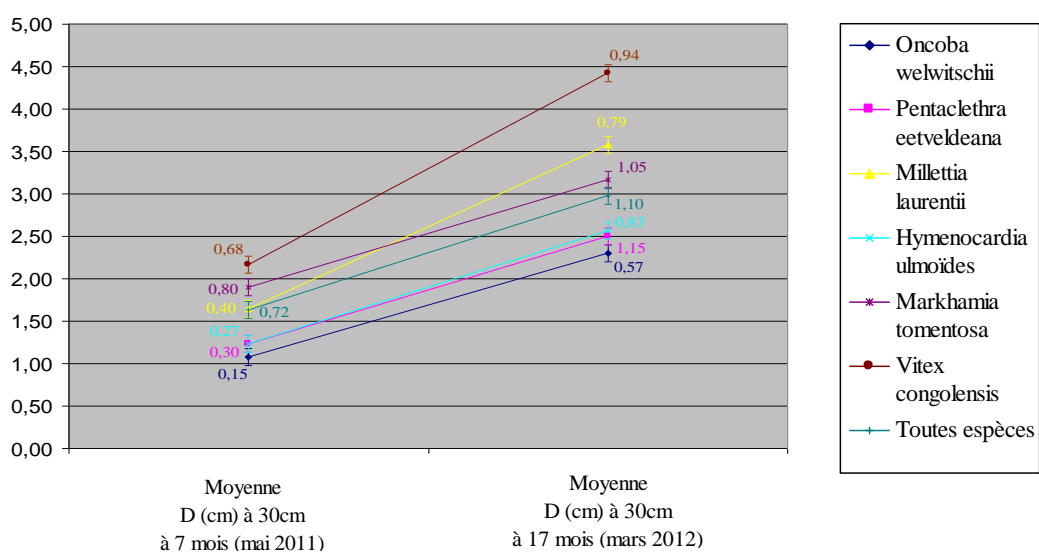


Figure 7 : Diamètre moyen à 30cm, en centimètre, des jeunes arbres par espèce (La valeur inscrite au sein du graphique est celle de l'écart type).

Discussion :

L'explosion démographique et l'exode rural massif qui ne cessent d'augmenter en RDC ont mené à une extrême concentration humaine, notamment à Kinshasa. La ville est, de ce fait, chaque jour un peu plus gourmande en bois énergie et nombreuses sont les personnes qui espèrent tirer profit de ce dernier. La faible distance séparant les plateaux Batéké de Kinshasa conduit à l'arrivée hebdomadaire de nombreuses personnes en quête d'une ressource financière. Ces producteurs allogènes, après négociation auprès d'un chef du village ou d'un producteur autochtone reconnu, acquièrent un lopin de terre à défricher pour produire du Makala puis cultiver la terre. Ce type d'agriculture, encore appelée « agriculture itinérante sur brûlis » impose de pouvoir disposer de grandes surfaces pour qu'un équilibre se maintienne entre les champs, les différentes jachères et la forêt (Craps 2010). Or ces surfaces sont de plus en plus morcelées. Les densités maximales de population permises pour maintenir cet équilibre sont estimées à 40 habitants/km² (Doucet 2009). Cependant, nous savons par exemple, que la zone forestière du village de Nsuni est environ de 7 km² (Proces et al 2010) pour une densité de 37 hab/km² (Craps 2010). Nous comprenons alors que la place disponible pour les travailleurs extérieurs est limitée. Les défrichements opérés par ces « producteurs allogènes » conduisent peu à peu à une perturbation de l'équilibre existant entre les habitants et leur milieu naturel (Craps 2010). Le développement du transport de charbon de bois encourage également l'arrivée de nouveaux exploitants. La forêt est tout d'abord exploitée dans ses parties les plus anciennes mais lorsque les formations plus âgées viennent à disparaître, ce sont les formations plus jeunes qui subissent la déforestation. Cela s'explique également par le fait que les outils de coupe restent bien souvent rudimentaires. La majeure partie des exploitants a en effet recours à la machette et à la hache pour mener à bien les travaux de coupe. L'effort considérable qui doit être fourni pour défricher l'ensemble d'une parcelle incite donc bien souvent les travailleurs à se tourner vers des arbres de moindre dimension. A l'heure actuelle, les forêts secondaires sont devenues rares et sont situées en contrebas de la vallée, à proximité de la rivière. Cela s'explique par la présence de leurs sols bien souvent hydromorphe qui compliquent leur mise en exploitation. Les bois doivent en effet être débordés sur de plus grandes distances car les meules ne peuvent être établies sur un terrain humide. Dès que les conditions de sol le permettent, ces forêts sont à leur tour exploitées, d'autant plus que ces sols alluviaux fertiles et humides conviennent très bien au maraichage, en cours d'expansion dans la zone. Ces facteurs concourent à l'apparition d'une

forêt morcelée dont les éléments constitutifs voient leur âge moyen diminuer progressivement (Craps 2010).

Il a cependant été montré que la dégradation et l'usage croissant des ressources naturelles pour alimenter les villes en expansion ne sont pas toujours irréversibles et que l'existence d'un marché peut inciter les producteurs à intensifier les systèmes traditionnels. Les paysans essarteurs peuvent donc reconstruire la forêt lorsque celle-ci a disparu et que ses fonctions productives ne sont plus assurées par un environnement trop dégradé. Il est alors possible pour des chercheurs d'introduire des idées plus abstraites comme celles de maintien de la fertilité, de conservation de la biodiversité, de stockage du carbone, ou encore de régulation des ressources (Peltier et al 2012). La RNA, en voie d'acceptation sur ces territoires, en est un exemple.

Avant toute chose, il est nécessaire de rappeler que l'acceptation sociale est le facteur le plus limitant pour le développement à grande échelle de cette technique (Vermeulen et al 2010). Des enquêtes effectuées en 2011, auprès des participants des premiers essais RNA, ont montré que les villageois sont conscients de la savanisation de leurs terroirs et voient en cette pratique une possibilité de lutter contre ce phénomène. Ceci dit, ces derniers émettent des réserves sur la concurrence des jeunes arbres conservés avec la culture de manioc et attendent la fin de la récolte pour décider de la reconduite de la RNA. Par ailleurs, le faible taux de survie des arbres conservés lors de l'abattis, ajouté à la surcharge de travail que cela engendre, n'incite pas les villageois à reproduire cette pratique. Ces éléments de réponse sont complémentaires aux relevés purement techniques, dont il est question ici, pour espérer une pérennisation des activités RNA sur le plateau Batéké voire un début de phase de diffusion régionale (Marquant 2011).

On peut s'interroger sur la motivation des agriculteurs, et sur l'utilité de conserver des arbres avant brûlis dont la plupart vont mourir. En effet, le faible taux de survie, ajouté à la surcharge de travail que cela engendre, n'incite pas les villageois à reproduire cette pratique de la technique (Peltier et al 2012). Malgré tout, les rares arbres survivants ont une grande importance pour la production de semences. D'autre part, ils ont un rôle « psychologique » dans la démarche collective et familiale de passage d'une jachère subie à une jachère gérée. En sélectionnant des arbres à conserver, le « propriétaire » de la parcelle, affirme clairement à ses voisins, ses ouvriers (bûcherons, charbonniers, essarteurs, etc.) et à sa famille (épouses et

enfants) qui vont semer, bouturer et sarcler le champ, qu'il a l'intention de gérer sa parcelle sur le long terme et de l'enrichir en arbres. Il y a donc une véritable première étape de « domestication » d'une partie des arbres sauvages, jusque là exploités de façon minière. Une fois cette étape franchie, il sera plus facile d'aller plus loin dans cette démarche. Cette partie de la méthode peut être réservée à des agriculteurs avertis, méticuleux et motivés dans un premier temps afin de donner l'exemple. On pourra conseiller de conserver plutôt des espèces résistantes au feu à l'intérieur de la parcelle (comme le palmier à huile ou les espèces d'interface forêt-savane comme le *Vitex congolensis*) et les autres sous forme de haie périmétrale d'au moins 5m de large (Peltier et al 2012). En effet, Marquant avait également constaté que le TS était de 75% sur le bord de la parcelle. L'intuition est que cette sélection préalable qui peut passer pour un échec technique, est peut être une composante indispensable, ou du moins utile, d'une démarche d'enrichissement de la jachère par RNA réussie.

En outre, contrairement à la conservation des arbres avant abattis, nous pouvons constater que la conservation au moment des sarclages donne des résultats plus que satisfaisants et a été bien adoptée par les agriculteurs (d'autant plus si l'on considère les résultats des placettes témoins). Il faut tout de même rappeler que les dates de mesure ont été déterminées en fonction de la disponibilité du personnel et non du cycle des saisons des pluies, ce qui serait l'idéal (généralement on mesure pendant le repos végétatif de la grande saison sèche). Cependant, cela donne une première idée de la croissance des rejets. Il faut néanmoins faire attention, car on peut se demander si les paysans ne gardent pas volontairement plus d'arbres sur les placettes de suivis qu'ailleurs pour faire « plaisir » au projet. Des mesures sur de nouvelles placettes choisies de façon aléatoire permettraient de croiser les résultats. Malgré tout, cette partie de la RNA impose moins de contraintes et les observations confirment sa bonne conduite. Même si nous appuyons auprès des producteurs sur l'utilité de conserver certaines espèces présentant une bonne croissance (*Vitex congolensis*, *Millettia laurentii* et *Oncoba welwitschii*), ce sera quoi, qu'il arrive, à eux d'adapter la méthode à leurs besoins et possibilités (Peltier et al. 2012).

Enfin, si nous prenons en compte la figure 8, nous nous apercevons que la RNA permet d'obtenir 30% du nombre d'arbres à l'hectare (NHA) d'une jeune jachère (de 2 à 6 ans) en très peu de temps (aussitôt après l'abandon des cultures).

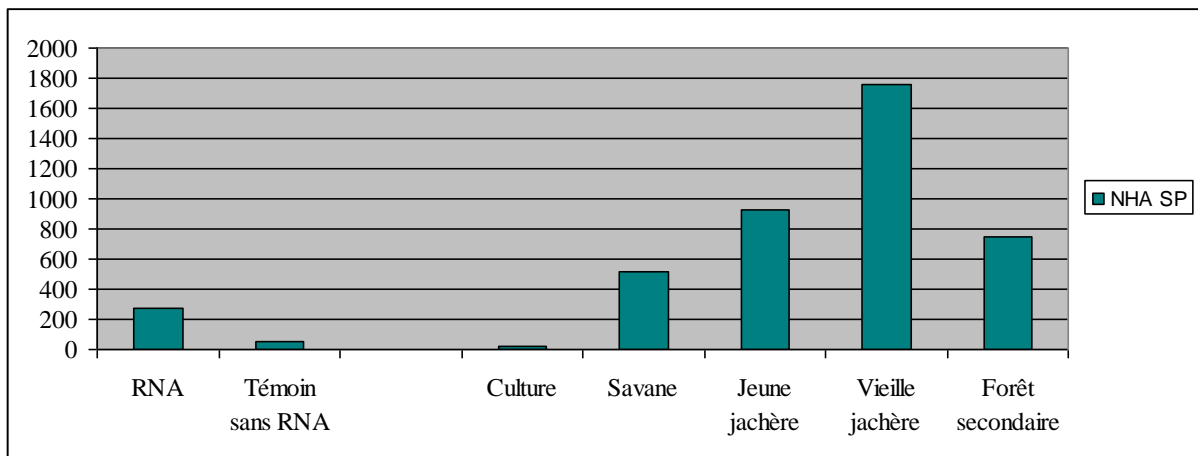


Figure 8 : Nombre de tiges a l'hectare (NHA) de plus de 3 cm sur les placettes RNA et sur les placettes d'inventaires regroupés par strate.

Il faut préciser que dans le cas de la RNA, 74% des tiges ont un diamètre inférieurs à 3cm alors que lors des inventaires, les tiges inférieures à 3cm au DHP n'ont pas été prises en compte. La figure 8 présente donc uniquement les DHP supérieurs à 3cm. Par ailleurs, comme nous l'avions déjà noté, le nombre de NHA est bien supérieur sur les placettes pratiquant la RNA que sur celles ne la pratiquant pas. Ce graphique permet également d'avoir une donnée sur des cultures, croisées lors de l'inventaire, et où le nombre d'arbres conservés est quasi-nul. Cela montre, encore une fois, l'importance de la RNA sur la préservation de tige lors du temps de culture.

Enfin, si nous prenons en compte ces résultats associés aux observations faites in situ, nous restons persuadés que, non seulement la RNA permet de gagner du temps de croissance, mais aussi du temps de « colonisation ». Ce dernier point n'est certainement pas à négliger. En effet rappelons que 26% des placettes sont envahies par des espèces d'herbacées pionnières. Leur installation est à craindre car elles entrent en compétition avec les essences forestières pionnières. La conséquence de cette compétition est une conversion de l'espace forestier en espace ouvert pendant plusieurs années, puis en savane si rien n'est fait et que le feu passe chaque année (surtout vrai pour *Pteridium aquilinum*). A l'inverse, si la jachère s'installe, ces espèces d'herbacées disparaissent. Ce constat prouve toute l'importance de la RNA voire même sa qualité première. Si la RNA était mise en place par l'ensemble des agriculteurs (éventuellement complétée par des plantations d'acacias en provenance du centre agroforestier de Mampu, Bisiaux et al 2009) ces espaces pourraient redevenir forestiers. La RNA paraît donc être une solution efficace pour préserver les forêts naturelles. Pour ce faire, son importance devra être soulignée auprès des villageois.

L'inventaire réalisé a bien permis de caractériser l'état actuel de la forêt galerie aux abords de la rivière Lufimi, et de montrer l'importance que la RNA peut jouer dans un processus de préservation. Un dernier point reste toutefois à développer. La forêt naturelle est un réservoir de richesses et possède une diversité écosystémique particulièrement fondamentale pour les populations locales (biens et services), mais c'est également un réservoir de carbone à l'échelle de la planète. Les forêts tropicales absorbent une partie du carbone atmosphérique qu'elles stockent sous forme de biomasse ligneuse aérienne et souterraine. Cette fonction de puit de carbone est compromise par leur dégradation, pouvant aller jusqu'à la déforestation, qui entraîne le relâchement de quantités importantes de gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère. Ces forêts deviennent donc un enjeu majeur dans le cadre des négociations internationales sur le climat. Ainsi, le processus REDD+ (Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement, et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestiers dans les pays en développement) a été proposé à titre de mécanisme incitatif pour la protection des forêts tropicales. Depuis 2008, la RDC s'engage à mettre en place le processus national REDD+, avec pour objectif de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, et de gérer durablement ses ressources forestières, en prenant en compte la valorisation des services environnementaux. De nombreux projets sont actuellement mis en place pour récolter des données et obtenir des informations sur le stock de carbone de différents types de forêts notamment en RDC, afin de déterminer les facteurs sur lesquels il faut agir pour préserver ces réservoirs de carbone (MECNT, 2008). Dans cette perspective, le projet Makala, ainsi que la présente étude, s'inscrivent parfaitement dans l'évaluation et l'analyse du potentiel que représentent les forêts galeries du plateau Batéké. En effet, généralement, les estimations de stock de carbone sont réalisées dans des forêts « remarquables » pour l'intérêt qu'elles représentent (valeur économique et importante richesse en biodiversité), puis étendues à l'ensemble du couvert forestier. Or, comme on a pu le voir, ces valeurs ne correspondent absolument pas à des zones dégradées où l'enjeu de préservation est de la plus haute importance. Malgré un taux d'échantillonnage assez faible et une forte variabilité, nous avons pu en ressortir une véritable référence unique en son genre (Tableau VII). Cette dernière basée sur une typologie déterminée par cartographie (Pennec 2010), sera complétée fin 2012 par des tarifs de cubage. Ils permettront de définir plus précisément les densités spécifiques des essences principales car, dans ce domaine également, les valeurs utilisées sont établies dans des écosystèmes bien différents. Cela affinera d'autant plus la valeur du stock de carbone car elle dépend de la densité des arbres. Le projet Makala

obtiendra ainsi une estimation à l'échelle de la strate parmi les plus précises en la matière. D'autre part ces données pourront, grâce à l'analyse spatiale qui doit être poursuivie, permettre de connaître l'évolution au cours du temps de la dégradation forestière sur la zone.

Tableau VII : Stock carbone de la zone inventorié

Strate 2010	ha	AGB en T/ha	C en T/ha	AGB en T	C en T
Absence de données	563	/	/	/	/
Brûlis récents	47	0,00	0,00	0	0
Culture	58	0,12	0,06	7	3
Sol nu	2	0,00	0,00	0	0
Jeune Jachère	2425	6,26	3,13	15184	7592
Vieille jachère	972	22,16	11,08	21545	10773
Forêt secondaire	207	81,24	40,62	16791	8395
Savane	1599	3,54	1,77	5661	2830
Savane Brûlée	3	0,00	0,00	0	0
Total	5875	13,54	6,77	59187	29593

Chaque type de couvert pourra alors être analysé sur la période des 30 dernières années et il sera donc possible de représenter la trajectoire évolutive du territoire à l'échelle du village ou de la région. Ces informations seront cruciales lors de discussions avec les décideurs pour connaître les stocks et flux de carbone dans les zones de déforestation. Cette analyse pourra appuyer les populations locales dans la gestion durable de leur territoire forestier qui pourra peut être, un jour, être financé dans le cadre du processus REDD.

Remerciements :

Mes premières pensées vont à Jean-Noël MARIEN, coordonnateur du projet Makala, et Régis PELTIER, chercheur et maître de stage, pour m'avoir accueilli au sein du projet et m'avoir accordé leur confiance pour la réalisation de la tâche qui m'était confiée. Je les remercie également pour m'avoir permis de découvrir la République Démocratique du Congo.

Un grand merci à Valéry GOND, chercheur au CIRAD, pour ses précieux conseils et sa grande disponibilité.

Je tiens à remercier Emilien DUBIEZ, responsable du projet en République Démocratique du Congo, pour la qualité de son accueil lors de ma mission à Kinshasa et Mampou, et pour la bonne humeur qui a accompagné tout mon séjour. Je n'oublie pas bien sûr Simon, Patra, Sabu, et Samuel pour leur aide aux villages, ainsi que tous les habitants des villages rencontrés qui ont rendu ce séjour au Congo si riche.

Une attention tout aussi amicale va également à toutes les personnes de l'UR 105 du Cirad Baillarguet et les étudiants présents sur les différents sites pour leur disponibilité, leur écoute et leurs précieux conseils.

Une dernière pensée pour tous ceux que je n'ai pas cités mais que je n'oublie pas pour autant...

References :

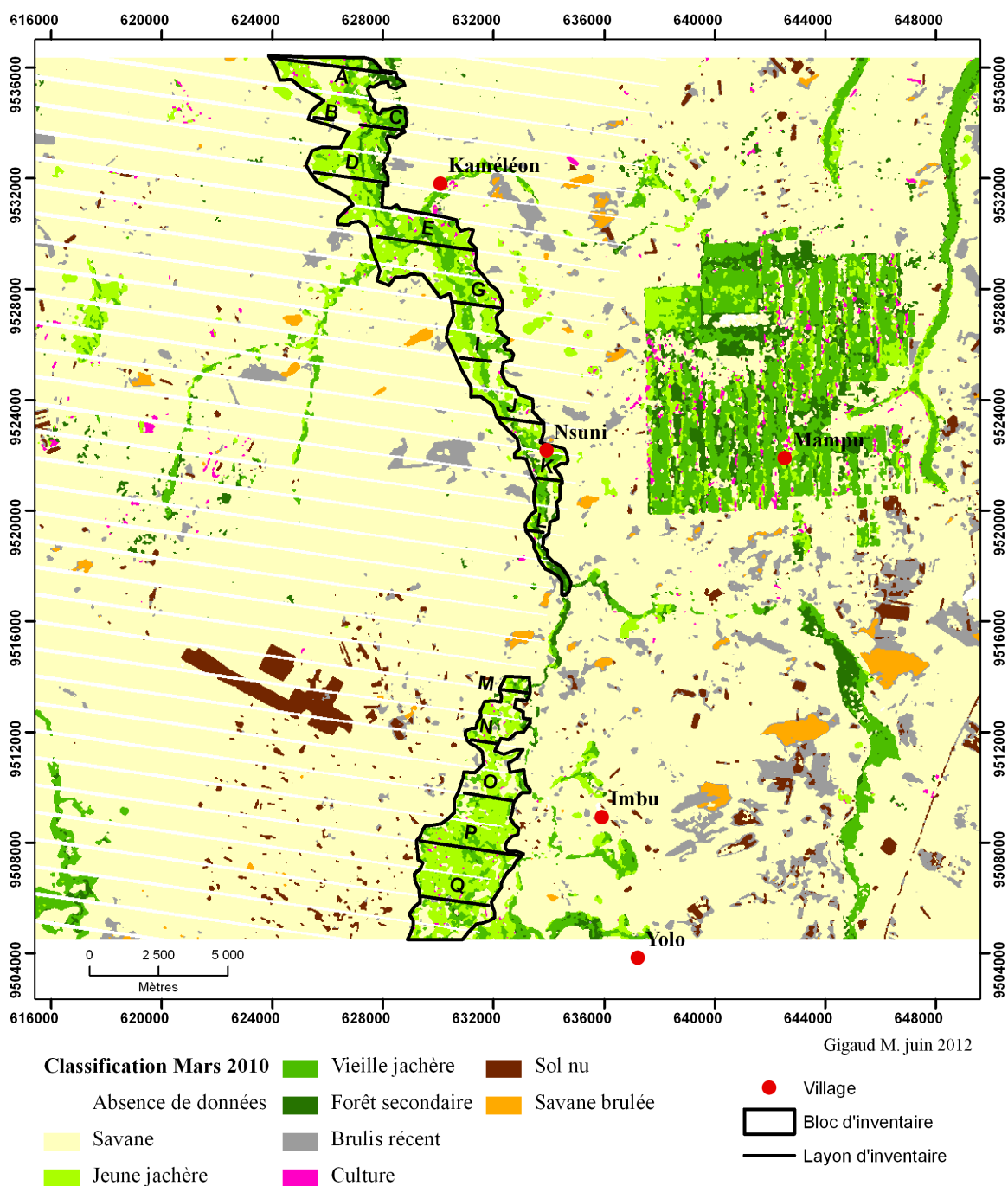
- Andriamalala, F., S. Ranaivoarimanana, et al. 2010. Outils pour la caractérisation des milieux forestiers et de leur diversité végétale. MadaRevues. 9p.
- Bayol, N., Cassagne, B., et al. 2009. Estimation des stocks de carbone des forêts du Bassin du Congo pour le REDD : étude comparative conduite sur 22 types forestiers, 4 pays et un dispositif d'aménagement de 4,8 millions d'ha. 22p.
- Bisiaux F., Peltier R., Muliele J-P. 2009. Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampu, en République démocratique du Congo. Bois et Forêts des Tropiques, 2009, 301 (3) : 21-31.
- Chave, J., Andalo, C., et al. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145(1) : p 87-99.
- Craps, D. 2010. Inventaire des principales essences bois-énergie multi-usages en forêt dégradée, plateau des Batéké, RDC. Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Bioingénieur en gestion des forêts et des espaces naturels. Gembloux agro bio tech : Université de Liège. 108p.
- Curtis, J.T. McIntosh, J.R. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31 : p434-455.
- Doucet, J-L. 2009. Agroforesterie des régions tropicales. Notes de cours 2009. Université de Liège, Faculté Gembloux Agro Bio Tech.
- FAO. 2009. State of the World's Forest 2009. Rome : FAO, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0350e/i0350e.pdf>, (08/06/10).
- Glenday, J. 2006. Carbon storage and emissions offset potential in an East African tropical rainforest. *Forest Ecology and Management*. 235(1-3): p72-83.
- Lavialle, J., Rerolle, J. 2012. Anciens villages de la zone périurbaine de Kisantu, village de Kinduala et Kingunda, Province du Bas Congo, RDC : Caractérisation, intérêts et enjeux de ces espaces boisés conservés. Rapport de stage. 126p.
- De Wasseige, C., de Marcken, P. et al. 2009. Les Forêts du Bassin du Congo – Etat des forêts 2008. Office des publications de l'Union européenne, 2009. 425p.
- Lewis, S. L., Lopez-Gonzalez, G., et al. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* 457(7232) : p1003-1006.
- Marien, J.N. 2009. Projet Makala : Gérer durablement la ressource bois énergie en RDC. Projet EuropAid DCI-ENV/2008/151-384. Note de Présentation. 7p.

- Marien, J.N., Peltier, R., et al. 2010. Projet Makala : Deuxième rapport narratif intermédiaire. 1^{er} Août 2009 au 31 Janvier 2010. 34p.
- Marquant, B. 2011. Evaluation socio-économique, agronomique et forestière des premiers essais de Régénération Naturelle Assistée (RNA) réalisés par le projet Makala sur le plateau Batéké, en R.D Congo. Rapport de stage. Montpellier SupAgro. 109p.
- Ministère de l'énergie. 2009. Document de politique du secteur de l'électricité en République Démocratique du Congo, validé à l'atelier du 11 au 15 mai 2009. 2^{ème} version amendée le 4 juin 2009.
- Ministère de l'Environnement, de la Conservation de la Nature et du Tourisme (MECNT). 2008. The Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) Readiness Plan Idea Note (R-PIN) Template. 25p.
- Pauwels, L. 1993. Nzayilu N'ti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa – Brazzaville. Meise : Ministère de l'Agriculture, Administration de la Recherche Agronomique. Jardin botanique national de Belgique. 495 p. (Scripta Botanica Belgica ; Vol.4)
- Pelissier, R. 1995. Relations entre l'hétérogénéité spatiale et la dynamique de renouvellement d'une forêt dense humide sempervirente (Forêt d'Uppangala – Ghâts Occidentaux de l'Inde). Université Claude Bernard, Lyon I. 244p.
- Peltier, R., Marquant, B., 2012. Régénération Naturelle Assistée, un outil pour rendre les jachères plus productives en bois et en produits forestiers non ligneux ?. Document CIRAD provisoire. 13p.
- Pennec, A. 2010. Rapport sur l'utilisation des données satellitaires pour la cartographie des évolutions paysagères des plateaux Batéké dans le cadre du projet Makala. 119p.
- Picard, N. 2006. Méthode d'inventaire forestier, projet de développement rural participatif dans le moyen Atlas central (Projet Khénifra). 43p.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13: p131-144.
- Proces, P., Dubiez, E., et al. 2010. Recensement, histoire, occupation spatiale et secteur associatif du village de Nsuni. Province de Kinshasa. République Démocratique du Congo. Projet Makala, rapport interne de projet. CIRAD - ULG/Gembloux ABT, 65 p.
- Shannon, C.E., Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois, Press, Urbana. 117p.
- Vermeulen, C., Dubiez, E., et al. 2010. Enjeux fonciers et exploitation du bois-énergie en périphérie de Kinshasa, RDC. Communication à la Journée « Contributions de la

formation et de la recherche agronomiques au développement durable du Congo ». Gembloux, Belgique, le 19 octobre 2010.

Annexes :

Annexe 1 : Localisation de Mampou, des villages d'intervention, des deux blocs d'inventaire sélectionnés et de leurs layons.



Annexe 2 : En-tête de la feuille d'inventaire

Feuille d'inventaire			
Code Forêt	Coordonnées de la placette		X
Code layon			Y
Code placette	Strate cartographiée	+ de 6 ans	
Hauteur dominante		- de 6 ans	
Date	Strate estimée		
Pointeur	Pente	Situation	
Observation			
Comptage			
Espèce	Diamètre	Circonférence	Hauteur

Annexe 3 : Typologie végétale des plateaux Batéké réalisé par Pennec (2010)

- 1 : Brûlis récent
- 2 : Culture (Manioc, Maïs)
- 3 : Sol nu, labour sur savane, bâti, affleurement rocheux

- 4a : Jachère jeune (de moins de deux ans et moins de 3 m de haut), *Pteridium aquilinum*, *Chromolena odorata* ou autre
- 5a : Jachère (de 2 à 6 ans et de plus de 3 m de haut)

- 6 : Jachère vieille (plus de 6 ans) dominée par Mimosacées (*Pentaclethra macrophylla* ou *Albizia sp.*)
- 7a : Jachère vieille (plus de 6 ans) dominée par *Musanga cecropioides*
- 8a : Jachère vieille (plus de 6 ans) dominée par autres espèces (à regrouper éventuellement avec 7)
- 9 : Jachère vieille dégradée (doute sur l'intérêt de ce point, à regrouper avec le 8)

- 10 : Forêt secondaire (plus de 10 ans)
- 11 : Forêt secondaire dégradée (doute sur l'intérêt de ce point, à regrouper avec le 10)
- 12 : Forêt secondaire vieille de bas de versant (plus de 50 ans)
- 13 : Forêt secondaire vieille de plateau

- 14 : Forêt « climacique » de bas de versant sur les plateaux Batéké
- 15a : Forêt « climacique » sur sol pauvre de plateau
- 16 : Forêt basse avec lianes
- 19a : Forêt « climacique » dégradée

- 20 : Forêt marécageuse
- 21 : Marécage, mare, plan d'eau, rivière

22 : Plantation Acacia-Eucalyptus
 23 : Végétation des anciens villages (palmier, arbres fruitiers)

24 : Savane à *Hymenocardia acida*
 25 : Savane à *Hymenocardia acida* dense
 26 : Savane herbeuse
 27 : Savane brûlée

Annexe 4 : Liste d'espèces inventoriées. La densité a été obtenue avec la base de données de Global Wood Density. Les valeurs indiquées sont des moyennes obtenues au niveau de l'espèce, du genre, de la famille, ou encore au niveau du peuplement étudié (par pondération avec la surface terrière).

Code essence	Nom latin	Famille	Nom Bantoue (Kikongo)	Nom Kitéké	Densité
Albi01	<i>Albizia adianthifolia</i> var. <i>adianthifolia</i>	Mimosaceae	Mulu	Koako	0,510
Alch01	<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	Kibunsi		0,401
Alst01	<i>Alstonia congensis</i>	Apocynaceae	Nzanga		0,326
Anno01	<i>Annona senegalensis</i> subsp. <i>Oulotricha</i>	Annonaceae	Kilolo, Nlolo	Ibalo	0,487
Anon01	<i>Anonidium manii</i>	Annonaceae	Mobe	Molengowu	0,291
Anth01	<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	Loganiaceae	Mpukumpuku		0,511
Bart01	<i>Barteria nigritana</i>	Passifloraceae	Munsakala		0,675
Brid01	<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiaceae	Kimuinu ki nseke	Ikwiru	0,521
Cana01	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Burseraceae	Mbidi	Mushosho	0,409
Chae01	<i>Chaetocarpus africanus</i>	Euphorbiaceae	Nkungu nteke	Mukumbo	0,777
Comb01	<i>Combretum psidioides</i>	Combretaceae	Nkwinkiti, nkunkuti	Mutsu	0,826
Cros01	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiaceae	Kigala	Muwa	0,702
Dial01	<i>Dialium englerianum</i>	Caesalpiniaceae	mboti, mboti nseke	Muwere, Mubwere	0,801
Drac01	<i>Dracaena mannii</i>	Agavaceae (Dracaenaceae)	Ndiadi mbulu, kidiadi	Mushio	0,413
Eryt01	<i>Erythrophleum africanum</i>	Caesalpiniaceae	Nkwati	Mukwari, Ikwari	0,878
Haru01	<i>Harungana madagascariensis</i>	Clusiaceae	Ntunu	Muntunumpo	0,469
Hyme01	<i>Hymenocardia ulmoides</i>	Hymenocardiaceae (Euphorbiaceae)	Munsanga	Mushanu, nshanu	0,452
Hyme02	<i>Hymenocardia acida</i>	Hymenocardiaceae (Euphorbiaceae ; Phyllanthaceae)	Kigete, ngete	Liwere	0,702

Ind	<i>Indeterminé</i>				0,546
Maca01	<i>Macaranga monandra</i>	Euphorbiaceae	Nkengi	Mukie	0,388
Mang01	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Manguier, Nmanga, Nsafu mputu	Musho okaru	0,536
Mapr01	<i>Maprounea africana</i>	Euphorbiaceae	Kiselesele, Kisielesiele	Mufufu	0,588
Mark01	<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	Nsasa	Muntso, Mumfimfi	0,473
Mill01	<i>Millettia eetveldeana</i>	Fabaceae	Mbwenge	Mumie	0,738
Mill02	<i>Millettia versicolor</i>	Fabaceae	Mbota	Muboro	0,738
Mill03	<i>Millettia laurentii</i>	Fabaceae		Itoo, Muto	0,761
Mitr01	<i>Mitragyna stipulosa (Hallea stipulosa)</i>	Rubiaceae	Nlongu	Longo	0,533
Musa01	<i>Musanga Cecropioïdes</i>	Cercopiaceae	Parasolier, Nsenga		0,243
Ochn01	<i>Ochna afzelii</i>	Ochnaceae	Kidimbi, ngo nti	Ishâ	0,738
Onco01	<i>Oncoba welwitschii (Caloncoba welwitschii)</i>	Flacourtiaceae	Kisani	Mubama	0,580
Ongo01	<i>Ongokea gore</i>	Olacaceae	Ntuti	Muturi	0,749
Para01	<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	Caesalpiniaceae	Mbese	Mubio	0,546
Penth01	<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	Mimosaceae	Nseka, Nsambu	Isili, Ichili	0,663
Pete01	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Lecythidaceae	Kivinzu	Musa	0,677
Rici01	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	Kingela	Mungeï	0,211
Sapi01	<i>Sapium cornutum</i>	Euphorbiaceae	Kititi, Ntiti	Mungenga	0,409
Sarc01	<i>Sarcocephalus latifolius</i>	Rubiaceae	Kienga, Kilolo ki kienga	Ilombe	0,498
Stry01	<i>Strychnos cocculoides</i>	Loganiaceae (Strychnaceae)	Kala nkonki, nkonki	Ikwilikio	0,646
Stry02	<i>Strychnos sp</i>	Loganiaceae		Ibumbia	0,715
Syzy01	<i>Syzygium guineense subsp. Macrocarpum</i>	Myrtaceae	Nkisu	Ishibi, Isibi	0,610
Trem01	<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	Mundia nuni	Mumbimbie	0,416
Uren01	<i>Urena lobata</i>	Malvaceae		Mpumpu	0,511
Vern01	<i>Vernonia conferta</i>	Asteraceae	Mpukumpuku	Imbui	0,330
Vite01	<i>Vitex congolensis</i>	Verbenaceae		Isoyi	0,464

Annexe 5 : Fréquence relative (Fr) et Indice de Valeur d'Importance (IVIr) des cinq principales espèces par typologie. Le classement (1,2...) ainsi que la valeur des espèces indéterminées (Ind) ont été rajoutés à titre informatif.

Savane		Jeune jachère	
Fr	IVIr	Fr	IVIr
1- <i>Hymenocardia acida</i> (40,38)	1- <i>Hymenocardia acida</i> (41,24)	1- <i>Hymenocardia ulmoides</i> (15,38)	2- <i>Markhamia tomentosa</i> (20,41)
2- <i>Ochna afzelii</i> (12,48)	2- <i>Hymenocardia ulmoides</i> (37,23)	2- <i>Markhamia tomentosa</i> (12,23)	3- <i>Hymenocardia ulmoides</i> (15,62)
3- <i>Maprouena africana</i> (7,49)	3- <i>Ochna afzelii</i> (31,29)	4- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (8,09)	4- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (14,66)
4- <i>Erythrophleum africanum</i> (5,58)	4- <i>Erythrophleum africanum</i> (13,99)	5- <i>Oncoba welwitschii</i> (8,09)	5- <i>Oncoba welwitschii</i> (12,40)
5- <i>Dialium englerianum</i> (5,58)	5- <i>Maprouena africana</i> (12,39)	6- <i>Sapium cornutum</i> (6,11)	6- <i>Albizia adianthifolia</i> (11,93)
8-Ind (3,52)	10-Ind (6,27)	3-Ind (10,44)	1-Ind (36,06)
Vieille jachère		Forêt secondaire	
Fr	IVIr	Fr	IVIr
1- <i>Hymenocardia ulmoides</i> (18,63)	1- <i>Macaranga monendra</i> (23,82)	2- <i>Macaranga monendra</i> (4,87)	2- <i>Mitragyna stipulosa</i> (10,05)
3- <i>Oncoba welwitschii</i> (8,71)	3- <i>Hymenocardia ulmoides</i> (20,48)	3- <i>Oncoba welwitschii</i> (3,57)	3- <i>Macaranga monendra</i> (6,92)
4- <i>Markhamia tomentosa</i> (8,58)	4- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (17,83)	4- <i>Ongokea gore</i> (2,27)	4- <i>Ongokea gore</i> (4,71)
5- <i>Chaetocarpus africanus</i> (7,91)	5- <i>Draceana Manii</i> (16,97)	5- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (1,95)	5- <i>Oncoba welwitschii</i> (4,32)
6- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (7,64)	6- <i>Hymenocardia acida</i> (13,57)	6- <i>Alchornea cordifolia</i> (1,30)	6- <i>Pentaclethra eetveldeana</i> (2,96)
2-Ind (13,40)	2-Ind (22,51)	1-Ind (78,57)	1-Ind (160,98)

Annexe 6 : Hauteur (H) et diamètre (D) moyens des jeunes arbres conservés de la RNA au sarclage par essence.

Nom Essence	Effectifs présents au S1&S2	Moyenne H en m à 7 mois (Ecart-types)	Moyenne H en m à 17 mois (Ecart-types)	Moyenne D en cm à 30cm à 7 mois (Ecart-types)	Moyenne D en cm à 30cm à 17 mois (Ecart-types)
Oncoba welwitschii	16	0,77 (0,31)	2,07 (0,30)	1,08 (0,15)	2,30 (0,57)
Pentaclethra eetveldeana	16	0,83 (0,41)	1,76 (0,71)	1,23 (0,30)	2,50 (1,15)
Millettia laurentii	10	1,20 (0,22)	2,58 (0,49)	1,65 (0,40)	3,57 (0,79)
Hymenocardia ulmoides	21	1,28 (0,37)	2,30 (0,58)	1,23 (0,27)	2,57 (0,83)
Markhamia tomentosa	92	1,45 (0,61)	2,39 (0,69)	1,90 (0,80)	3,16 (1,05)
Vitex congolensis	6	1,89 (0,52)	3,10 (0,96)	2,17 (0,68)	4,42 (0,94)
Toutes espèces	180	1,33 (0,64)	2,37 (0,78)	1,63 (0,72)	2,97 (1,10)